UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Année 1944 N° 97

Etude de la Digestibilité de quelques Amylacés

THÈSE

Pour le Doctorat de l'Université

(MENTION PHARMACIE)

Présentée et soutenue publiquement en février 1944

PAR

Mlle J. QUINSAC

Pharmacien

Diplômée de l'Institut d'Hydrologie de Toulouse

MEMBRES DU JURY { MM. CAUJOLLE, *Président.* ; BRUSTIER, VINCENT, Mlle MATHOU, *Assesseurs.* ; M. BLANC, *Suppléant.* }

TOULOUSE

IMPRIMERIE F. BOISSEAU

34, Rue du Taur, 34

1944

Etude de la Digestibilité de quelques Amylacés

UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie

TABLEAU DU PERSONNEL

Doyen ..... MM. GARIGUY — Doyen honoraire ..... M. BARDIER
Assesseur ..... DELAS

Professeurs honoraires ..... MM. MARIE, MOREL, TAPIE (Jh.), ESCAT, RISPAL, MOOG, MÉRIEL (E.), CAUBET, RIBAUT, DAMBRIN, MAURIN, AEGAUD, DALOUS, LAFFORGUE.

PROFESSEURS

Anatomie	MM CLERMONT	Pharmacie	MM. CAUJOLLE
Histologie et Embryologie	N...	Matière médicale	VINCENT
Pathologie interne	SERR.	Clinique obstétricale	GARIPUY
Chinique médicale	TAPIE (J.) / ROQUES	Physiologie	N...
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	BOULARAN	Clinique chirurgicale et du Cancer	MIGINIAC
Clinique chirurgicale et gynécologique	LEFEBVRE	Clinique de Maladies des Voies Urinaires	FABRE (P.)
Clinique médicale infantile et puériculture	SOREL (R.)	Clinique des maladies cutanées et syphilitiques ...	NANTA
Clinique de neurologie et psychiâtrie	RISER	Pathologie chirurgicale ...	N...
Clinique ophtalmologique	GORSE	Pathologie générale et médecine expérimentale ..	SENDRAIL
Physique biologique et médicale	BUGNARD	Histoire naturelle	DELAS
Chimie et Toxicologie ...	BRUSTIER	Médecine légale et Déontologie	MOREL
Hydrologie thérapeutique et Climatologie	MÉRIEL (P.)	Bactériologie, hygiène médecine sociale	ANDRIEU
		Anatomie Pathologique ..	FABRE (J.)

COURS COMPLÉMENTAIRES

Cours d'obstétrique aux élèves sages-femmes ...	MM GARIPUY	Microbiologie	MM. BOUISSET
Cours d'anat. physiol. et pathol. élémrnt aux élèves sages-femmes	GUILHEM	Clinique de la tuberculose	MOREL
Chimie pathologique	VALDIGUIE(P)	Anatomie	THOMAS / LAZORTHES
Chimie biologique	VALDIGUIE(P)	Botanique et Cryptogamie	Mlle MATHOU
Chimie minérale	BLANC	Chimie analytique	BLANC
Stomatologie	CADENAT	Pathologie Chirurgicale ..	GRIMOUD
Physique pharmaceutique	BUGNARD	Hydrologie et Géologie ...	ASTRE
Dermatologie et syphiligraphie	BAZEX	Médecine opératoire	DIEULAFE (R)
Législation pharmaceutique	BOUISSET	Anatomie médico-chirurg .	THOMAS
Oto-rhino-laryngologie ...	RIGAUD	Médecine expérimentale ..	GÉRAUD
		Pharmacodynamie	BUGNARD
		Thérapeutique	ARNAUD
		Pharmacie galénique	N...

AGRÉGÉS EN EXERCICE

	MM.		MM.
Histologie	CALVET / DE BOISSEZON C.f.	Chirurgie	VIRENQUE / GRIMOUD, C.f. / DIEULAFÉ, C. de f. / CAHUZAC, C. de f.
Physiologie	BAISSET	Obstétrique	GUILHEM
Médecine	PLANQUES / GADRAT (c. de f.) / DARNAUD, C. de f. / GERAUD, C. de f.	Ophtalmologie	CALMETTES
		Physique médicale	MARQUES
		Chimie	VALDIGUIE (P.)
Anatomie	LAZORTHES, C. de f	Pharmacie	VANHEMS, C. f.

Secrétaire de la Faculté... M. DUCROS

La Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats. (Délibération en date du 12 mai 1891).

UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Année 1944 N° 97

Etude de la Digestibilité de quelques Amylacés

THÈSE

Pour le Doctorat de l'Université

(MENTION PHARMACIE)

Présentée et soutenue publiquement en février 1944

PAR

Mlle J. QUINSAC

Pharmacien

Diplômée de l'Institut d'Hydrologie de Toulouse

MEMBRES DU JURY

MM. CAUJOLLE, *Président.*

BRUSTIER, VINCENT, Mlle MATHOU, *Assesseurs.*

M. BLANC, *Suppléant.*

TOULOUSE

IMPRIMERIE F. BOISSEAU

34, Rue du Taur, 34

1944

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

A LA MEMOIRE DE MES GRANDS PARENTS

A MES PARENTS

En témoignage de ma profonde affection et de toute ma reconnaissance.

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR CAUJOLLE

Professeur de Pharmacie

Pharmacien Chef de l'Hôpital Marchant

Inspecteur régional des pharmacies.

Nous lui témoignons notre vive reconnaissance pour les conseils éclairés qu'il a bien voulu nous donner au cours de nos études et pour le grand honneur qu'il nous a fait en acceptant la présidence de notre thèse.

A NOTRE JURY DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR BRUSTIER

Professeur de chimie et de toxicologie
Pharmacien chef de l'Hôtel Dieu
Officier de la Légion d'Honneur.

MONSIEUR LE PROFESSEUR VINCENT

Professeur de matière médicale
Inspecteur régional des pharmacies.

MADEMOISELLE MATHOU

Chef de travaux de micrographie
Chargée des cours de botanique et de cryptogamie.

En témoignage de notre très vive gratitude pour l'enseignement qu'ils nous ont prodigué et pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger dans notre jury de thèse.

PLAN

Introduction.

Première Partie : Généralités.

Chapitre I. — *Les amylacés.*

A) Amidons.

B) Lévulosanes.

Chapitre II. — *Les ferments amylolytiques.*

Chapitre III. — *Les fermentations amylolytiques.*

Deuxième Partie : Technique adoptée.

Troisième Partie : Résultats des expériences.

Chapitre I. — *Organes souterrains.*

Chapitre II. — *Graines de légumineuses.*

Chapitre III. — *Céréales.*

Quatrième Partie : Conclusions.

INTRODUCTION

La digestibilité des aliments offre au point de vue pratique un très gros intérêt. Elle a retenu depuis longtemps l'attention des physiologistes, et de nombreux travaux lui ont été consacrés.

Les expériences anciennes les plus remarquables sont celles du physiologiste russe Woroschiloff et celles de Rubner et de Voit (46) qui eux, se sont plus spécialement attachés à l'étude des matières amylacées et cellulosiques. Leur méthode consistait à rechercher, sur 100 parties d'un aliment simple contenu dans un aliment composé, la partie qui échappant à la digestion passait dans les fécès. La longueur de l'expérience, le fait qu'elle nécessite des conditions notablement différentes d'une alimentation normale, sont les principales critiques à adresser à cette technique.

Au cours de la guerre de 1914-1918, où il fallut remplacer par d'autres céréales, le blé déficient, le problème fut repris par M. le Professeur Lapicque et ses collaborateurs. L'un d'eux, M. Devillers, réussit à mettre au point une méthode nouvelle utilisant la digestion artificielle. Elle permit d'apprécier très rapidement la proportion d'indigestible du blé, dans des conditions se rapprochant le plus possible de la digestion dans les organismes animaux. Les erreurs ne sont pas plus grandes que dans la technique précédente : d'ailleurs, des expériences faites avec le même produit les unes sur les chiens, les autres par digestion artificielle, montrèrent une concordance remarquable.

En un moment où les restrictions ont introduit dans l'alimentation force éléments nouveaux, le problème de l'indigestible se pose avec une acuité toute particulière : il nous a paru intéressant et utile de déterminer la valeur nutritive des divers amylacés de remplacement que les nécessités du moment nous ont imposés. C'est ce que nous avons essayé de réaliser sur les conseils de M. le Professeur Caujolle qui a bien voulu nous guider dans nos expériences. Il nous est infiniment agréable de remercier ici MM. les Professeurs Caujolle et Vincent, qui nous ont permis de disposer des ressources de leurs laboratoires.

Avant d'indiquer les méthodes que nous avons suivies pour l'étude expérimentale des amylolyses, il nous a paru bon de rappeler les données admises, d'une part sur la structure des matières amylacées, d'autre part sur les ferments amylolytiques qui concourent à la digestion : ptyaline de la salive, amylopsine du suc pancréatique, ou encore diastase du malt dont l'usage thérapeutique est fréquent.

La deuxième partie de notre thèse est consacrée à l'exposé des techniques que nous avons adoptées.

La troisième partie réunit les résultats que nous ont donnés les différentes matières amylacées étudiées : pommes de terre saines ou gelées, carottes, navets, rutabagas, topinambours, céleris raves, dalhias, tapioca ; légumes desséchés : carottes, navets ; légumes secs : haricots, lentilles, vesces, fèves, soja, pois, pois chiches ; céréales : blé, orge, avoine, maïs et riz.

Nous réunissons dans notre quatrième partie, les conclusions qui se dégagent de nos expériences *in vitro*.

Première Partie

Généralités

CHAPITRE PREMIER

LES AMYLACES

A) Amidons.

1° *Propriétés.*

L'amidon est la matière nutritive la plus commune chez les végétaux : tous les organes verts en élaborent au cours de l'assimilation chlorophyllienne.

Lorsqu'il ne peut être consommé immédiatement, il s'accumule dans des organes très divers : graines, bulbes, tubercules, où il constitue une véritable réserve alimentaire. On l'y rencontre en grains microscopiques, formés de couches concentriques disposées autour d'un ou plusieurs noyaux. Ces grains, examinés au microscope en lumière polarisée, présentent le phénomène de la croix de polarisation, c'est-à-dire le dessin d'une croix noire sur fond blanc, ou d'une croix blanche sur fond noir suivant la position relative de l'appareil polariseur et de l'appareil analyseur.

La forme, la structure, la grosseur des grains d'amidon varient avec leur origine botanique : elles sont presque toujours caractéristiques de l'espèce dont elles proviennent.

L'amidon est insoluble dans l'eau et l'alcool, se gonfle dans l'eau chaude en donnant l'empois, et se colore en bleu par l'iode. L'empois d'amidon ne réduit pas la liqueur de Fehling.

2° *Constitution.*

La constitution de l'amidon a été l'objet d'un grand nombre de recherches, et cependant, on discute encore sur sa grandeur moléculaire et on ignore sa véritable formule.

A Raspail (44) revient le mérite d'avoir signalé le premier en 1825, la structure complexe du grain d'amidon, tandis qu'à cette même période, Caventou (11), se basant sur la coloration uniformément bleue par l'iode de ce même grain, pense à son homogénéïté. Plusieurs théories se sont ainsi succédées, et il faut arriver jusqu'aux recherches de Maquenne (34) et Roux (35) pour avoir une idée plus précise de la constitution de l'amidon. Pour ces auteurs, l'amidon est une substance hétérogène formée de l'association de deux entités différentes : l'amylose et l'amylopectine. L'amylose bleuit par l'iode, se dissout dans l'eau chaude en donnant des solutions limpides ; traitée par le malt, elle se transforme directement en maltose. L'amylopectine se gonfle sans se dissoudre complètement dans l'eau chaude et les alcalis, ne se saccharifie que lentement par le malt en donnant du maltose et des dextrines résiduelles.

Mme Gruzewska (23), la première, est parvenue à extraire l'amylopectine de l'amidon.

D'après les données actuelles de nos connaissances, amylose et amylopectine différeraient entre elles, non seulement par leur degré de condensation, mais par leurs fonctions chimiques et peut-être leur structure.

3° *Formule.*

On a proposé diverses formules pour la constitution de l'amidon. L'élément fondamental répond certainement à la formule $(C^6 H^{10} 0^5) n$, plusieurs hypothèses ont été émises quant à la valeur de n.

a) Karrer et Naegeli considèrent l'amidon comme un anhydride du maltose, identique au diamylose : $C^{12}H^{20}O^{10}$.

b) Irvine le considère comme un anhydride de trisaccharide.

c) Pringsheim, conciliant les deux hypothèses, attribue à l'amylose un groupe fondamental en C^{12} différent de celui de l'amylopectine en C^{18}.

d) Ling et Nanji ont proposé une formule d'hexasaccharide, schématisée par un hexagone dont chaque côté représente un reste glucosique (13).

A ce glucide de base, sont combinés des acides gras : acides palmitique, linoléique, et aussi des éléments minéraux : phosphore oxydé.

B) Lévulosanes.

Inuline.

1° *Propriétés.*

L'inuline est la mieux connue des diverses lévulosanes. Elle constitue la réserve hydrocarbonée de la plupart des plantes de la famille des composées, lobéliacées, campanulacées où sa présence semble exclure celle de l'amidon.

L'inuline présente, tantôt la forme d'une masse cornée blanche, tantôt l'aspect d'une poudre cristalline. Contrairement à l'amidon, elle est soluble dans l'eau chaude. Elle s'y dissout en donnant une solution colloïdale, il est vrai, mais qui ne précipite pas à froid pour donner l'empois.

L'iode la colore très légèrement en jaune.

Traitée par les acides, elle s'hydrolyse très facilement en donnant du lévulose.

Chez la plante, l'hydrolyse de l'inuline s'opère à l'aide

d'une diastase spécifique : l'inulase qu'on n'a pu encore isoler (55).

2° *Composition chimique.*

L'inuline a pour formule $(C^6 H^{10} 0^5)n$, n étant indéterminé

La seule différence entre l'amidon et l'inuline consisterait dans le fait que le premier serait constitué par un disaccharide anhydre (diamylose) tandis que l'inuline serait composée d'un monosaccharide anhydre (fructose anhydre).

3° *Diverses inulines.*

Tanret, hydrolysant l'inuline des tubercules de topinambour, a démontré qu'il existait plusieurs variétés d'inuline donnant à l'hydrolyse, a côté du lévulose, des quantités variables de glucose. Il signale 5 constituants de l'inuline de topinambour : inuline proprement dite, inulénine, hélianthénine, synanthrine et pseudoinuline.

Laminarine.

1° *Propriétés.*

La laminarine, décrite par Schmiedeberg dès 1885, se rencontre dans les laminaires et certains *fucus*.

C'est une poudre blanche, insipide, amorphe, dont l'hydrolyse minérale est difficile.

L'hydrolyse naturelle s'accomplit par l'invertine et la takadiastase.

2° *Composition chimique.*

D'après des recherches faites par Kylin, Ricard et Barry, la laminarine appartient aux fructoholosides et sa formule globale serait $(C^6 H^{10} 0^5)n$, n étant indéterminé.

Lévulosanes des monocotylées.

Scilline.

La scilline est le lévulosane de la scille. Elle se présente sous la forme d'une poudre blanche, amorphe, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et ne réduisant pas la liqueur de Fehling.

Hydrolysée, elle donne du lévulose et un hexose.

Irisine.

Cristaux microscopiques, peu solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool, que l'on retire de l'iris. Ils ne se colorent pas par l'iode et ne réduisent pas la liqueur de Fehling.

Hydrolysés, ils donnent uniquement du lévulose.

Lévulosanes des graminées.

On retire des graminées diverses lévulosanes à pouvoirs rotatoires différents : triticine, graminine, phléine, lévosine très solubles dans l'eau, un peu solubles dans l'alcool à 60° et non colorables par l'iode.

Leur hydrolyse libère uniquement du lévulose pour la graminine, la triticine et la phléine, et à peu près uniquement pour la lévosine. Celle-ci est inattaquable par l'amylase (55).

CHAPITRE II

LES FERMENTS AMYLOLYTIQUES

1° Définition.

On désigne sous le nom de ferments amylolytiques ou d'amylases, un ensemble de ferments solubles capables d'hydrolyser la matière amylacée.

Ces amylases appartiennent au type hydrolase, classe des glucidases, groupe des polyases.

2° Historique.

Kirchoff (25) en 1814, avait réalisé l'hydrolyse de l'empois d'amidon par le gluten.

Dubrunfault, quelques années plus tard (1823), découvrit le même pouvoir saccharifiant à la poudre d'orge germé. En 1833, Payen et Persoz isolèrent pour la première fois le principe actif de l'orge germé par précipitation de ses solutions aqueuses au moyen de l'alcool fort. Cette découverte fut le point de départ d'une série d'expériences relatives aux diastases.

En 1845, Mialhe retire de la salive (à qui Leuchs, le premier, en 1831, avait reconnu le pouvoir de saccharifier l'amidon), une substance ayant les propriétés de l'orge germé : la ptyaline.

A cette même période, l'amylase est découverte dans le tissu du pancréas ; Claude Bernard démontre sa présence dans le sérum sanguin. Enfin, d'autres auteurs, étudiant les mollusques, découvrent ces mêmes ferments dans leurs sucs digestifs.

3° Diffusion.

Les amylases sont très répandues dans la nature, où elle existent à la fois dans le règne végétal et animal.

a) *Amylases des plantes* :

On les rencontre dans toutes les céréales et surtout les graines en germination. On a aussi constaté leur présence dans des tubercules ainsi que dans les feuilles et les pousses de diverses plantes.

b) *Amylases des microorganismes* :

L'amylase se rencontre encore dans les moisissures. Ainsi, *Aspergillus niger*, *Penicillium glaucum* cultivés dans des conditions déterminées en secrètent.

Perni en a trouvé en grande quantité dans les cultures sur gélatine et sur bouillon des bacilles de Koch, du bacille du charbon, un peu moins dans le bacille typhique et le bacille diphtérique.

Quelques mucorées comme *Mucor alternans* et *Mucor racemosus* secrètent une diastase capable de saccharifier la dextrine en maltose (12).

c) *Amylases du règne animal* :

Les amylases sont largement diffusées dans le règne animal, et en particulier chez les vertébrés supérieurs. Chez

l'homme on rencontre une amylase dans la salive : la ptyaline, une autre dans le suc pancréatique : l'amylopsine. On en trouve d'autres de moins bien connues dans le sang, la lymphe, le suc musculaire, l'urine.

Les sucs digestifs des invertébrés en contiennent également.

4° Extraction.

Le procédé le plus rudimentaire pour extraire les diastases des organismes est celui de la macération aqueuse. Pour favoriser l'opération, on ajoute parfois des substances salines, on peut aussi avoir recours aux vapeurs d'éther et de chloroforme.

L'eau est quelquefois remplacée par un solvant approprié : alcool, glycérine, acétone.

Les divers procédés d'extraction à partir de la cellule génératrice donnent une amylase souillée de matières étrangères.

Les travaux de Willstaetter ont fait progresser les méthodes d'isolement et de purification. Cet auteur est arrivé à obtenir le ferment amylolytique du pancréas à un grand état de pureté. Mettant à profit le peu d'affinité des amylases pour les adsorbants, il a pu éliminer du suc pancréatique, la lipase par précipitation par l'alumine, puis la trypsine facilement accaparée par le kaolin. Finalement, l'amylase était absorbée par l'alumine en milieu alcoolique à 50% et libérée par le phosphate triammonique. Le produit ainsi préparé ne donne plus les réactions des bases protéiques et se colore à peine par $S\ 0^4\ H^2$ en présence de naphtol. Il est d'une activité remarquable.

5° Propriétés.

Une quantité infiniment petite d'amylase peut, dans des conditions expérimentales convenables, déterminer des transformations chimiques extrêmement grandes sans subir d'altération.

Cette inaltérabilité, ainsi que la disproportion entre la quantité de diastase mise en œuvre et la quantité de substance transformée, conduit à rapprocher les amylases des agents catalytiques, et à considérer les fermentations amylolytiques comme de véritables catalyses.

Les ferments amylolytiques sont détruits par la chaleur à température élevée, mais inférieure à la température d'ébullition. Par contre, le froid qui les empêche d'agir ne les détruit pas, et on a pu porter des solutions diastasiques jusqu'à — 190° sans observer d'altération sensible de leurs propriétés fermentaires

Les amylases sont solubles dans l'eau et le glycérol, précipitables par l'alcool fort.

CHAPITRE III

LES FERMENTATIONS AMYLOLYTIQUES

Sous l'influence des diastases, la molécule d'amidon s'hydrolyse en donnant naissance à du maltose et un résidu de dextrines inattaquables dites dextrines résiduelles.

Plusieurs hypothèses ont été émises quant au processus de cette action. Les théories de Payen et de Musculus apparurent presque en même temps vers le milieu du XIX^{e} siècle.

Payen (40) admet la formation première de dextrine suivie de la transformation de cette dernière en maltose par fixation d'eau.

Pour Musculus (39), il n'y a pas de transformation, mais simple dédoublement de la molécule avec absorption d'eau.

Cette hypothèse a été reprise et complétée par O'Sullivan, Brown et ses collaborateurs. D'après eux, le grain d'amidon se dédoublerait en molécules de maltose et en une dextrine. Celle-ci se scinderait à son tour en maltose et en une dextrine plus simple, et ainsi jusqu'à l'obtention d'une dernière dextrine qui demeurerait, à la fin de l'opération, mélangée au maltose.

Plus tard, Duclaux (16) admet l'existence dans le malt de deux diastases : une diastase liquéfiante ou amylase transformant l'amidon gélatinisé en une série de dextrines, molécules volumineuses formant des hydrosols mais insolubles dans l'alcool, et une diastase saccharifiante, la dextrinase, transformant en maltose les diverses dextrines.

D'après Maquenne et Roux, à la diastase liquéfiante, l'amylopectinase, dont le rôle serait uniquement de saccharifier l'amylopectine, et à l'amylase proprement dite qui saccharifierait l'amylose, viendrait s'ajouter une troisième diastase spécifique, rare dans la jeune malt mais susceptible de s'y développer par excitation, et qui, seule, transformerait la dextrine résiduelle.

Au cours de cette dégradation, la réaction de l'empois d'amidon à l'iode, bleue à l'origine passe au violet, puis au rouge vineux, et donne enfin des composés incolores. Cette gamme de couleurs semble correspondre à une échelle décroissante des poids moléculaires. En effet, si on conduit la saccharification avec certaines précautions, il est possible d'isoler des produits intermédiaires de moins en moins condensés (12).

L'hydrolyse de l'amidon par une amylase peut se schématiser ainsi :

ÉVOLUTION DE L'AMIDON	RÉACTION A L'IODE	POIDS MOLÉCULAIRE
Amidon	Bleu	Très grand
↓	↓	↓
Amidon soluble	Bleu	Grand
↓	↓	↓
amylodextrines	Bleu violacé	Environ 10.000
↓	↓	↓
Erythrodextrines	Rouge	Environ 6.800
↓	↓	↓
Achroodextrines	Incolore	Environ 3.700
↓	↓	↓
Maltose	Incolore	360

Lorsqu'est atteint un certain équilibre entre la substance transformable et les produits de transformation diastasique, il y a arrêt de la fermentation

D'après Duclaux, le terme de l'hydrolyse varie avec l'origine de l'amidon. Ceci serait dû au fait que l'amidon, étant formé de couches concentriques plus ou moins résistantes, serait inégalement attaqué par les diastases.

Facteurs influençant les fermentations amylolytiques

1° *Facteurs physiques.*

a) *Température* :

Les diastases n'agissent pas à 0°. Leur action commence vers 30°, présente un optimum à 60°, et s'annule à nouveau vers 70 à 80°. La diastase ainsi atteinte ne peut reprendre son activité à aucune température. La température optima varie avec l'origine de l'amylase, la nature de l'empois d'amidon utilisé, le p H.

b) *Lumière* :

Green (22), étudiant les amylases de la salive et du malt, trouva que toutes les radiations visibles du spectre solaire, sauf les radiations vertes, étaient activantes. Par contre, les ultra-violets sont toujours nuisibles.

c) *Radioactivité* :

M. le Professeur Maurin a trouvé le thorium X très activant pour toutes les amylases (3).

d) *Temps* :

Au début de la réaction, et avec une faible quantité d'amylase, il y a proportionnalité entre la quantité de sucre formé et la durée de la fermentation.

Si l'on augmente la quantité de diastase, ce rapport disparaît plus vite.

e) p H.

Le pH optimum varie avec les diverses diastases. De 4,5 pour la takadiastase et la diastase du malt, il est de 5,5 pour l'amylopsine et supérieur à 7 pour la ptyaline. La valeur du p H optimum dépend, pour une même amylase, de la nature de l'empois d'amidon utilisé, et de la température du milieu.

2° *Facteurs chimiques.*

a) *Acides.*

α) Acides minéraux : à très faible dose, leur action est généralement activante ; à dose plus forte, elle devient retardatrice, puis inhibitrice.

β) Acides organiques : beaucoup d'entre eux, acides formique, acétique, lactique, butyrique, ont une influence très faible du moins à dose diluée.

b) *Bases.*

Les bases ont une action inhibitrice très forte. Ainsi, la soude, à la dose de 20 milligrammes par litre, diminue le rendement des 3/4. Cependant, Lisbonne (32), agissant sur l'amidon de Fernbach Wolp et la salive dialysée, a trouvé à la soude et à la potasse des propriétés très activantes à la

dose de 10 milligrammes par litre, tout excès devenant immédiatement inhibiteur.

De même, les amines exercent une action inhibitrice considérable.

c) *Sels.*

Les sels se comportent différemment vis-à-vis des diastases.

L'ion F^- est inhibiteur.

Les chlorures sont généralement nettement activants. les chlorures Fe, Cd, K, Mn, Ba, Ni, Mg, Si, Co, Ca, Na (par ordre d'activité croissante), ont amené une augmentation du rendement en sucres réducteurs allant de 2 à 22% (3).

Les chlorures d'amines grasses activent l'action de la pancréatine et de la salive (8, 15), sont sans action sur l'amylase du malt (7).

Par contre, les chlorures Cu, et surtout Hg et Pt sont fortement inhibiteurs.

Les phosphates, et d'une façon générale, tous les sels à anions minéraux oxygénés, sauf $Cr\,0_4$— qui, lui, est activant sont indifférents (3).

d) *Alcaloïdes.*

La morphine, la papavérine, la caféine, la digitaline, la nicotine se sont montrées sans action.

Par contre la codéine, la cinchonine, l'atropine, la strychnine sont légèrement inhibitrices.

e) *Antiseptiques.*

Il y a des substances fortement antiseptiques qui n'agissent pas sur les diastases. Par contre, les microbes sont à

peine sensibles à certains paralysants très puissants des diastases.

Le chloroforme, l'éther, le toluène, l'alcool ordinaire, la glycérine sont sans action.

Nous mêmes avons essayé l'action sur la pancréatine, la salive et le malt, du phénol, du thymol et du carvacrol, et de certains de leurs dérivés, sulfothymolate et sulfocarvacrolate de soude, acide carvacrolique, acide thymolsulfonique, acide carboxythymolsulfonique, méthoxythymol, éthoxythymol (9). Ils se sont, tous, montrés indifférents.

Deuxième Partie

Technique adoptée

1° **Préparations titrées des ferments utilisés.**

a) *Pancréatine.*

2 gr. de pancréatine Codex étaient broyés au mortier avec 100 cc. d'eau distillée. La solution était laissée au repos environ 2 heures, puis filtrée sur papier. Nous employions toujours une solution récente[1].

b) *Diastase du Malt.*

La solution de diastase du malt était préparée de la même façon que la solution pancréatique.

c) *Salive.*

La salive de plusieurs individus était recueillie dans un erlenmeyer à diverses heures de la journée, diluée au 1/3 avec de l'eau distillée, filtrée sur coton et additionnée de quelques gouttes de toluène.

2° **Empois.**

50 gr. de légumes, préalablement râpés pour les légumes frais, ou broyés pour les légumes secs et les céréales, étaient mis à cuire 1 heure 1/2 dans un litre d'eau bouillante. A la fin de l'opération, le volume primitif était rétabli.

Pour éviter l'envahissement de l'empois par les ferments figurés, nous l'additionnions de quelques gouttes de toluène.

1. La glycérine faisant défaut, nous avons dû la supprimer dans nos préparations de ferments, que nous avons dû de ce fait renouveler très fréquemment.

3° Fermentation.

Ces fermentations ont été faites à p H constant de 6,8. Pour cela, dans un ballon jaugé, nous mettions 6,8 cc. de solution N/15 de phosphate monopotassique et 3,2 cc. de solution N/15 de phosphate disodique. Nous ajoutions 10 cc. de préparation titrée de ferment et nous complétions à 100 cc. avec l'empois.

Ces fermentations étaient poursuivies à 50° durant 5 à 90 minutes, et nous établissions dans chaque cas une courbe de digestibilité en portant en abcisse la durée de la fermentation et en ordonnée la quantité de maltose formée au cours de cette même fermentation.

4° Hydrolyse chlorhydrique.

100 cc. d'empois étaient maintenus 1 heure 1/2 au bain-marie bouillant avec 5 cc. d'acide chlorhydrique officinal. A la fin de l'opération, le liquide était neutralisé par addition de soude, dilué à 200 cc. et le maltose qu'il renfermait était dosé.

5° Dosage.

Tous nos dosages ont été effectués suivant la méthode de Causse Bonnans, et avec la liqueur de Violette. Pour chaque essai, il a été pratiqué au minimum 3 dosages.

Les résultats des dosages effectués sont traduits conventionnellement en maltose anhydre. Les résultats sont exprimés en grammes et rapportés à 100 gr. du légume brut (frais, sec ou desséché) considéré.

6° Coefficient de digestibilité.

Nous désignons ainsi le rapport entre la quantité de sucres réducteurs exprimés en maltose formés après 1 h. 1/2

de digestion par la pancréatine, le malt ou la salive, et la quantité de sucres réducteurs exprimés en maltose libérés au cours d'une hydrolyse chlorhydrique de 1 h. 1/2. Au bout de 1 h. 1/2, en effet, d'après des expériences que nous avons faites, nous avons vu que nous avions atteint le terme limite de la digestion.

Troisième Partie

Résultats de nos expériences

CHAPITRE PREMIER

ORGANES SOUTERRAINS

Pommes de terre

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	7	6.8	7.1
15 m.	9.5	9.7	9.7
30 m.	10.3	10.5	10.6
60 m.	10.7	10.9	11
90 m.	10.8	10.9	11

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 19 gr. 7 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0.54
la Salive 0.54
le Malt 0.55

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	8	7.7	7
15 m.	9.8	10	8.5
30 m.	10.2	10.6	9.5
60 m.	10.9	11	9.8
90 m.	11	11.2	9.8

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 20 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 55
la Salive 0, 56
le Malt 0, 50

3e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	7.3	6.3	7.5
15 m.	9.5	9	9.5
30 m.	10.5	9.4	9.8
60 m.	10.5	9.9	10.4
90 m.	10.9	10	10.5

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 19 gr. de sucres réducteurspour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 55
la Salive 0, 52
le Malt 0, 55

Pommes de terre gelées

Nous avons porté des pommes de terre à — 5° pendant 2, 4 et 6 jours.

2 jours

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	8.2	7.5	8.
15 m.	9.6	9.7	8.9
30 m.	10.5	10.2	10.4
60 m.	10.8	10.5	10.7
90 m.	11	10.8	10.8

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 19 gr. 5 de sucres réducteurs pour100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 56
la Salive 0, 55
le Malt 0, 55

4 jours

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	7.5	5	7.7
15 m.	9.2	8	9
30 m.	9.8	9.3	9.9
60 m.	10.3	10.2	10.4
90 m.	10.6	10.6	10.4

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 19 gr. 1 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 55
la Salive 0, 55
le Malt 0, 54

6 jours

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	4.6	6	8.2
15 m.	8.3	8.4	9.5
30 m.	9.4	9.8	10.9
60 m.	10.7	10.9	11
90 m.	11	10.9	11.2

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 19 gr. 4 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 56
la Salive 0, 55
le Malt 0, 57

Carottes nantaises potagères

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	2.80	2.90	2.7
15 m.	2.90	3.2	3.8
30 m.	3	3.5	3
60 m.	3.10	3.6	3.1
90 m.	3.10	3.6	3.1

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 6 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes frais

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 50
la Salive 0, 60
le Malt 0, 50

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	2.6	3	3.1
15 m.	2.9	3.2	3.3
30 m.	3.2	3.4	3.5
60 m.	3.3	3.7	3.6
90 m.	3.4	3.7	3.8

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 7 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes frais

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 49
la Salive 0, 52
le Malt 0, 51

Navets potagers des vertus

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	5.30	5	5.1
15 m.	5.60	5.2	5.3
30 m.	5.65	5.4	5.4
60 m.	5.72	5.5	5.5
90 m.	5.75	5.5	5.6

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 6 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 95
la Salive 0, 93
le Malt 0, 93

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	4	3.5	4.2
15 m.	4.6	4.4	4.8
30 m.	5.2	5	5.3
60 m.	5.4	5.3	5.4
90 m.	5.6	5.5	5.4

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 6 gr. 8 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 93
la Salive 0, 94
le Malt 0, 92

3e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	4.6	4	5
15 m.	4.7	4.8	5.3
30 m.	5, 4	5, 6	5, 3
60 m.	5, 7	5, 8	5, 6
90 m.	5, 9	6	5.9

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 6 gr. 5 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 90
la Salive 0, 92
le Malt 0, 91

Rutabagas

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	5	4.9	5.2
15 m.	5, 5	5.3	6.3
30 m.	6	6.2	7
60 m.	6.4	6.4	7.5
90 m.	6.4	6.6	7.7

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 8 gr. 9 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 70
la Salive 0, 73
le Malt 0, 86

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Saline	Malt
5 m.	5.3	5.1	6.8
15 m.	5.9	5.6	7
30 m.	6.6	6.5	7.4
60 m.	7	7.2	7.7
90 m.	7.4	7.3	7.7

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 9 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 82
la Salive 0, 82
le Malt 0, 84

Topinambours

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	0	1	2.9
15 m.	0	1.4	3.3
30 m.	0	1.7	3.5
60 m.	0	1.8	3.7
90 m.	0	1.95	3.96

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 15 gr. 4 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0
la Salive 0, 12
le Malt 0, 25

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	0	1.4	3.8
15 m.	0	1.8	3.8
30 m.	0	1.9	4.1
60 m.	0	2.2	4.2
90 m.	0	2.3	4.3

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 16 gr. 4 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0
la Salive 0, 13
le Malt 0, 26

3e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	0	1.2	3.2
15 m.	0	1.5	3.6
30 m.	0	1.8	3.9
60 m.	0	2	3.9
90 m.	0	2.2	3.95

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 15 gr. 8 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0
la Salive ... 0, 13
le Malt 0, 25

Céleris-raves

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	0	1.1	3
15 m.	0	1.3	3.6
30 m.	0	1.4	3.9
60 m.	0	1.5	4.1
90 m.	0	1.6	4, 1

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 5 gr. 7 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0
la Salive 0, 28
le Malt 0, 68

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Sliave	Malt
5 m.	0	1.6	3.8
15 m.	0	1.9	4.2
30 m.	0	2	4.2
60 m.	0	2.1	4.4
90 m.	0	2.1	4.6

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 7 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0
la Salive 0, 30
le Malt 0, 65

Dalhias cultivés à grosses fleurs

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	0	0	1.7
15 m.	0	0	1.8
30 m.	0	0	1.8
60 m.	0	0	1.8
90 m.	0	0	1.8

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 8 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0
la Salive 0
le Malt 0, 22

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	0	0	1.5
15 m.	0	0	1.6
30 m.	0	0	1.7
60 m.	0	0	1.8
90 m.	0	0	1.8

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 7 gr. 6 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0
la Salive 0
le Malt 0, 25

3e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	0	0	1.5
15 m.	0	0	1.6
30 m.	0	0	1.7
60 m.	0	0	1.8
90 m.	0	0	1.8

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 8 gr. 1 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0
la Salive 0
le Malt 0, 24

Carottes desséchées[1]

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	24	24, 2	23.9
15 m.	24.4	25.8	24.5
30 m.	24.6	26.3	24.9
60 m.	25.8	27.2	25.1
90 m.	26	27.2	25.1

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 50 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 52
le Salive 0, 54
le Malt 0, 50

1. Carottes et navets desséchés au laboratoire par le Professeur Caujolle en 1939 à 50° sous azote et sous pression réduite.

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	22.3	23.1	24.3
15 m.	23.8	24	25
30 m.	24.6	24.9	25.9
60 m.	25.8	25.7	26.2
90 m.	25.8	25.7	26.2

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 49 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 52
la Salive 0, 52
le Malt 0, 53

Navets séchés

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	27.8	28.9	29
15 m.	28.9	29.9	29.7
30 m.	29.5	30.5	30.6
60 m.	29.8	30.7	30.6
90 m.	30	30, 7	30, 6

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 34 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 88
la Salive 0, 90
le Malt 0, 90

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	29.4	30.9	30.2
15 m.	30.2	31.8	31
30 m.	30.9	32.3	31.7
60 m.	31.1	32.4	31.8
90 m.	31.3	32.5	31.8

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 34 gr. 6 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 91
la Salive 0, 93
le Malt 0, 91

Tapioca (*produit marchand usuel*)

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	46	50.2	49.9
15 m.	48.5	52.7	51.3
30 m.	49.8	53.4	52.8
60 m.	50	53.9	52.8
90 m.	50.4	54	52.8

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 90 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 56
la Salive 0, 60
le Malt 0, 58

CHAPITRE II

GRAINES DE LEGUMINEUSES

Nous avons employé des légumes secs de l'année.

Haricots dits de Pamiers

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	14.9	0	10
15 m.	17.1	0	11
30 m.	21	7	11.9
60 m.	25	11.1	12.4
90 m.	25.4	12	12.4

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 58 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coeffficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 43
la Salive 0, 20
le Malt 0, 21

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	10	0	10
15 m.	15.2	0	12.3
30 m.	19.3	11	12.4
60 m.	23.9	12.8	12.4
90 m.	25	13.2	12.6

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 56 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 44
la Salive 0, 23
le Malt 0, 22

3e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	12	0	11.6
15 m.	16.1	0	11.6
30 m.	18.9	5	12.9
60 m.	21.9	11	13.1
90 m.	22.8	12.9	13.2

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 56 gr. 8 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 40
la Salive 0, 22
le malt 0, 23

Fèves de Séville

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	6	2.2	9
15 m.	13.5	4.6	11.3
30 m.	18	8	11.3
60 m.	20.3	12	11.5
90 m.	22	13	11.7

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 50 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 44
la Salive 0, 25
le Malt 0, 23

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	12	4	10
15 m.	16.4	8	10.4
30 m.	22	11.2	11
60 m.	25.6	14	11
90 m.	27	14.7	11

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 53 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité avec la Pancréatine 0, 50
la Salive 0, 28
le Malt 0, 21

3e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Milt
5 m.	5	6	9.2
15 m.	10, 5	8, 8	10, 9
30 m.	18, 6	12	12
60 m.	23.3	14.1	12
90 m.	24.2	14.2	12

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 52 gr. 5 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 45
la Salive 0, 27
le Malt 0, 24

Pois cassés

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	8	7.5	10
15 m.	16	15.2	11
30 m.	19.8	20	11.5
60 m.	25	24	11.8
90 m.	27	25	12

L'hydrolyse chlorhydrique libéré 58 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 46
la Salive 0, 43
le Malt 0, 20

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	10	8	10.5
15 m.	17	14.2	12.1
30 m.	18	19.8	12.2
60 m.	22.5	21.4	13
90 m.	24.2	22.8	13

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 56 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de dgestibilité pour la Pancréatine 0, 43
la Salive 0, 42
le Malt 0, 23

Pois chiches

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	2	5	6
15 m.	9	9	6.6
30 m.	14.2	10.2	6.4
60 m.	18.6	11	7
90 m.	19	11.5	7.1

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 43 gr. 5 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 43
la Salive 0, 26
le Malt 0, 16

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	5	4.8	7.4
15 m.	12.2	6.7	7.9
30 m.	16	8.5	8.6
60 m.	18.2	10.3	8.8
90 m.	18.7	10.9	8.8

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 42 gr. 7 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 43
la Salive 0, 25
le Malt 0, 19

3e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	4.5	3	6
15 m.	8.2	5.5	7.5
30 m.	12.3	6.8	8
60 m.	16.8	9	9.3
90 m.	18, 9	10.2	9.3

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 46 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 41
la Salive 0, 24
le Malt 0, 20

Lentilles vertes du Puy

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	7.5	9	20
15 m.	14.6	14	21.5
30 m.	21.5	19.8	23
60 m.	26	23.2	23.6
90 m.	29	26	23.6

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 58 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 50
la Salive 0, 44
le Malt 0, 40

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	10	8	17.5
15 m.	16.5	12.3	18.5
30 m.	21	18	20
60 m.	24	20.3	21
90 m.	26.5	22.6	21.4

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 55 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 48
la Salive 0, 41
le Malt 0, 39

3e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	8.4	8.8	20.3
15 m.	15	15.3	21
30 m.	21.5	19.5	22.5
60 m.	25.3	23	23.5
90 m.	28	25.2	23.9

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 57 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 49
la Salive 0, 44
le Malt 0, 40

Vesces cultivées dans la région de Caraman comme fourrage vert

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	4.6	4	10
15 m.	8	5.8	11.1
30 m.	13.4	8.3	12.1
60 m.	20	11	12.8
90 m.	22	12	13

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 56 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 39
la Salive 0, 21
le Malt 0, 23

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	5.8	5.1	10.5
15 m.	12	7.8	11.3
30 m.	17	10	12.9
60 m.	21.6	13.7	13.6
90 m.	23	14.5	13.6

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 58 gr. 2 de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 39
la Salive 0, 24
le malt 0, 23

Soja (*graines de semence d'origine inconnue*)

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	2.2	2	3.8
15 m.	5.8	4	4.7
30 m.	8	6.7	5.1
60 m.	9.8	9	5.2
90 m.	10	9.6	5.5

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 25 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 40
la Salive 0, 38
le Malt 0, 22

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	3	3.5	4
15 m.	4.8	6.4	5
30 m.	6, 5	7, 8	4.8
60 m.	9	8, 5	5, 2
90 m.	9.5	9.8	5.2

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 25 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de légumes

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 38
la Salive 0, 39
le Malt 0, 20

CHAPITRE III

CÉRÉALES

Nous avons employé le produit intégral de la mouture de grains de l'année.

Blé d'hiver « Le bon fermier »

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	14.8	11.3	21
15 m.	20.4	14.5	21.8
30 m.	23.5	16	22.4
60 m.	24.8	18.5	22.5
90 m.	25.1	19	22.5

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 66 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de grains

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 38
la Salive 0, 28
le Malt 0, 34

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	22	15.2	21.2
15 m.	24.5	19.3	21.7
30 m.	26.8	21	22.8
60 m.	27.5	22	23
90 m.	27.5	22.3	23.2

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 67 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de grains

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 41
la Salive 0, 33
le Malt 0, 34

Maïs

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	26.2	26	25.8
15 m.	27.5	27.7	26.7
30 m.	29	29 3	27
60 m.	30	30.2	27.4
90 m.	30	30.6	27.5

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 64 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de grains

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 46
la Salive 0, 47
le Malt 0, 42

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	26	25.4	24.2
15 m.	28.3	29	25.8
30 m.	29.5	30.5	26.7
60 m.	30.9	31.2	27
90 m.	31.2	31.5	27.8

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 66 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de grains

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 47
la Salive 0, 47
le Malt 0, 40

3e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	25	26.9	25
15 m.	27.8	30.5	26.4
30 m.	31.2	32	27.4
60 m.	32	32.7	27.6
90 m.	32	32.8	27.8

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 64 gr. 5 de sucres réducteurs pour 100 gr. de grains

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 49
la Salive 0, 50
le Malt 0, 43

Orge

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	20	21	18.8
15 m.	21.3	22.3	19.7
30 m.	22.8	23	20.5
60 m.	23.6	23.8	20.9
90 m.	24.4	24	21

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 62 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de grains

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 39
la Salive 0, 38
le Malt 0, 34

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	22.2	24.9	19
15 m.	23.6	25.8	19.9
30 m.	24.3	26.9	20.9
60 m.	24.8	27.2	21.2
90 m.	25	27.2	21.3

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 65 gr. 2 de sucres réducteurs pour 100 gr. de grains

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 38
la Salive 0, 41
le Malt 0, 32

3e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	23.1	20.9	21
15 m.	24	22.4	22.1
30 m.	25	23.2	22.9
60 m.	25.8	24.1	23
90 m.	26.2	24.7	23

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 65 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de grains

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 40
la Salive 0, 38
le Malt 0, 35

Avoine grise d'hiver

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	19.8	20.6	19.3
15 m.	23.2	21.9	21.5
30 m.	24.4	23.1	22.6
60 m.	25	23.9	22.6
90 m.	25.2	24	22.6

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 56 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de grains

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 45
la Salive 0, 42
le Malt 0, 39

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	19.3	21.8	19
15 m'	20, 8	23	20, 7
30 m.	21.5	23.7	21.5
60 m.	22.9	24.2	21.8
90 m.	23.8	24, 5	22

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 55 gr. 1 de sucres réducteurs pour 100 gr. de grains

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 43
la Salive 0, 44
le Malt 0, 39

Riz

1re Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	30.6	29.8	29
15 m.	36	34.3	32.6
30 m.	37.8	35.7	34.3
60 m.	38.8	36.1	35.1
90 m.	39	36.4	35.1

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 78 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de grains

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 50
la Salive 0, 46
le Malt 0, 44

2e Expérience

Durée de la digestion	Sucres réducteurs libérés au cours des digestions par :		
	Pancréatine	Salive	Malt
5 m.	28.2	31	28.6
15 m.	33.9	36.2	33.3
30 m.	35.2	37.4	34.9
60 m.	35.9	38.1	35.1
90 m.	36.3	38.1	35.2

L'hydrolyse chlorhydrique a libéré 80 gr. de sucres réducteurs pour 100 gr. de grains

Coefficient de digestibilité pour la Pancréatine 0, 45
la Salive 0, 47
le Malt 0, 44

Quatrième Partie

Conclusions

Les tableaux ci-dessous rapportés permettent de confronter les valeurs des coefficients de digestibilité que des expériences ont permis d'établir pour chaque amylacé étudié *in vitro*.

Valeur des coefficients de digestibilité

I. — *Organes souterrains*

		Pancréatine	Salive	Malt
Navets potagers des Vertus	1	0, 95	0, 93	0, 93
— — —	2	0, 93	0, 94	0, 92
— — —	3	0, 90	0, 92	0, 90
Rutabagas	1	0, 70	0, 73	0, 86
—	2	0, 82	0, 82	0, 84
Tapioca		0, 56	0, 60	0, 58
Pommes de terre	1	0, 54	0, 54	0, 55
—	2	0, 55	0, 56	0, 50
—	3	0, 55	0, 52	0, 55
Pommes de terre gelées 2 jours		0, 56	0, 55	0, 55
— — 4 jours		0, 55	0, 55	0, 54
— — 6 jours		0, 56	0, 55	0, 57
Carottes potagères nantaises	1	0, 50	0, 60	0, 50
— — —	2	0, 49	0, 52	0, 51
Céleris-raves	1	0	0, 28	0, 68
—	2	0	0, 30	0, 65
Topinambours	1	0	0, 12	0, 25
—	2	0	0, 13	0, 26
—	3	0	0, 13	0, 25
Dalhias cultivés à grosses fleurs	1	0	0	0, 22
— — —	2	0	0	0, 25
— — —	3	0	0	0, 24
Navets desséchés	1	0, 88	0, 90	0, 90
— —	2	0, 91	0, 93	0, 91
Carottes desséchées	1	0, 52	0, 54	0, 50
— —	2	0, 52	0, 52	0, 53

II. — *Graines de légumineuses.*

		Pancréatine	Salive	Malt
Lentilles vertes du Puy	1	0, 50	0, 44	0, 40
— — —	2	0, 48	0, 41	0, 39
— — —	3	0, 49	0, 44	0, 40
Pois cassés	1	0, 46	0, 43	0, 20
—	2	0, 43	0, 42	0, 23
Fèves de Séville	1	0, 44	0, 25	0, 23
— —	2	0, 50	0, 28	0, 21
— —	3	0, 45	0, 27	0, 24
Haricots dits de Pamiers ..	1	0, 43	0, 20	0, 21
— — — ..	2	0, 44	0, 23	0, 22
— — — ..	3	0, 40	0, 22	0, 23
Pois chiches	1	0, 43	0, 26	0, 16
—	2	0, 43	0, 25	0, 19
—	3	0, 41	0, 24	0, 20
Soja 1		0, 40	0, 38	0, 22
—	2	0, 38	0, 39	0, 20
Vesces	1	0, 39	0, 21	0, 23
—	2	0, 39	0, 24	0, 23

III. — *Céréales.*

Riz	1	0, 50	0, 46	0, 44
—	2	0, 45	0, 47	0, 44
Maïs	1	0, 46	0, 47	0, 42
—	2	0, 47	0, 47	0, 40
—	3	0, 49	0, 50	0, 43
Avoine grise d'hiver	1	0, 45	0, 42	0, 39
— —	2	0, 43	0, 44	0, 39
Orge	1	0, 39	0, 38	0, 34
—	2	0, 38	0, 41	0, 32
—	3	0, 40	0, 38	0, 35
Blé « le bon fermier »	1	0, 38	0, 28	0, 34
— —	2	0, 41	0, 33	0, 34

1° Une remarque générale s'impose de prime abord : la vulnérabilité des divers amylacés étudiés varie de façon parallèle pour l'ensemble des ferments amylolytiques. Les exceptions à cette loi générale méritent d'être étudiées en détail.

Dans le groupe des racines et des tubercules potagers, les topinambours et les céleris-raves se singularisent par leur résistance totale à l'action de la pancréatine, les céleris-raves en particulier, qui sont très sensibles à l'action de l'extrait de malt et subissent une attaque assez notable de la salive, sont tout à fait réfractaires aux effets de la pancréatine. Les tubercules de dalhias résistent à la fois à l'action de la pancréatine et à l'action de la salive.

Dans le groupe des graines de légumineuses, on relève la résistance des pois chiches à l'action amylolytique du malt : le maltage des pois chiches ne saurait apporter des résultats bien appréciables pour améliorer leur digestibilité.

2° Parmi les organes souterrains potagers, les navets représentent l'élément diététique le meilleur : celui qui offre à l'assimilation l'aptitude la plus grande.

3° De l'examen de nos résultats expérimentaux, il découle que les carottes et les navets desséchés dont nous disposions ont été aussi rapidement attaqués que les carottes et les navets frais. Une dessication rationnellement conduite n'altère donc pas la digestibilité de ces légumes.

4° La gelure des pommes de terre, contrairement à l'opinion populaire, n'affecte pas leur digestibilité.

5° On remarquera que la vitesse d'attaque d'un même amylacé par les différentes amylases est variable ; d'une manière générale, les extraits de malt ont une action rapide, qui atteint promptement son maximum d'effet,

tandis que l'action de la pancréatine et celle de la salive sont lentes à s'exercer ; le maltage des aliments, donc, peut être sans inconvénients réalisé extemporanément.

6° S'il est permis de généraliser et d'appliquer à l'alimentation humaine, les résultats que nous avons obtenus *in vitro*, on retiendra que :

a) Les topinambours seront d'une utilisation très restreinte ; ils ne parviendront pas, dans le tractus digestif, à subir une assimilation convenable ; ils apporteront donc dans le gros intestin des quantités appréciables d'hydrocarbonés propres à déterminer des fermentations intestinales fâcheuses.

Le topinambour est à rejeter de l'alimentation humaine.

b) Si la valeur alimentaire des rutabagas est réduite par leur très grande richesse en eau, leur digestibilité est par contre excellente et le *rutabaga, contrairement à l'opinion populaire, n'offre aucun inconvénient à la consommation humaine.*

c) *La valeur diététique du navet est excellente.*

d) Conformément aux données empiriques, parmi les légumes secs, *la lentille s'avère supérieure aux pois cassés, eux-mêmes supérieurs à la fève* ; — ces données, que nous avons expérimentalement établies, sont particulièrement précieuses pour les pédiatres.

e) *De toutes les céréales indigènes, le maïs est la plus aisément digestible* in vitro.

Telles sont les conclusions que nous croyons pouvoir asseoir sur nos expériences, expériences qui ont été malheureusement limitées par le manque de matières premières que la rigueur des temps avait raréfiées.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Arthus. — *Précis de chimie physiologique*, Paris, 1932, Masson éditeur.

(2) Astruc. — *Traité de pharmacie galénique*, Paris, 1934, Maloine éditeur.

(3) Aunis. — *Influence de quelques anions sur l'activité amylolytique de la pancréatine et de la salive*, thèse pharmacie, Toulouse, 1936.

(4) Bernard. — *Influence de quelques cations sur l'activité amylolytique de la pancréatine et de la salive*, thèse pharmacie, Toulouse, 1936.

(5) Bierry. — *Recherches sur les diastases qui concourent à la digestion des hydrates de carbone*, thèse ès sciences, Paris, 1911.

(5 *bis*) Bierry et Giaja. — « *C.R. Biologie* », LXII, p. 432, 1907.

(6) Caujolle (F.) et Lafitte. — *Influence des chlorures métalliques sur l'action des amylases*, « *Bull. Soc. chim. de France* », 5e série, IV, p. 981, 1937.

(7) Caujolle (F.) et Molinier. — *Influence des amines grasses et de leurs chlorhydrates sur la saccharification de l'amidon par l'extrait de malt*, « *Bull. sciences pharmacol.* », t. XXXVIII, p. 335, 1930.

(8) — *Influence des amines grasses et de leurs chlorhydrates sur l'activité amylolytique de la salive et de la pancréatine*, « *C.R. Sciences* », t. CXC, p. 695, 1930.

(9) Caujolle (F.) et Quinsac (J.). — *Influence de quelques phénols sur l'activité des amylases*, « *Société de pharmacie de Toulouse* », 14 mars 1943.

(10) Caujolle (F.) et Roche. — *Recherches sur les fermentations amylolytiques*, « *Bull. sciences pharmacol.* », t. XXXIX, p. 361, 1932.

(11) Caventou. — « *Ann. chimie et physique* », 2e série, t. XXXI, p. 337.

(12) Collin. — *Les diastases*, Doin éditeur, Paris, 1926.

(13) Cook. — *Rapports entre la température, l'activité des enzymes et leur chaleur de destruction déterminée sur les amylases du pancréas et du malt*, « *Journ. of biol. chem.* », Baltimore, 1925, 65, n° 1, p. 135 ; Analyse dans « *Bull. sciences pharmacol.* », t. XXXIV, p. 182, 1927.

(14) Cramer. — *Les hydrates de carbone*, Doin, éditeur, Paris.

(15) Desgrez et Moog. — « *C.R. Ac. Sc.* », t. CLXXII, p. 551, 1921.

(16) Duclaux. — *Traité de microbiologie*, t. II.

(17) Effront. — « *Journal pharmacie et chimie* », 1895.

(18) Effront. — « *C.R. Ac. Sc.* », juin 1895.

(19) Effront. — *Les enzymes et leurs applications.*

(20) Fernbach et Wolf. — « *C.R. Ac. Sc.* », t. CXXXIII, 1906.

(21) Gerber. — *Action des métaux alcalins sur la saccharification de l'empois d'amidon par les ferments amylolytiques.*

(22) Green. — *Action de la lumière sur la diastase*, « *Phil. trans.* », t. CLXXX, p. 121, 1897.

(23) Mme Gruzewska. — « *C. R. Ac. Sc.* », 9 mars 1908, 20 mars 1911.

(24) Guerin Warry. — *Action de la diastase sur l'amidon de pomme de terre*, « *Ann. Chimie et phys.* », 1835, p. 32.

(25) Kirchoff. — *Sur la formation du sucre par le malt des céréales* , « *Sweiggers Journal* », XIV, p. 389, 1815.

(28) Langworthy et Denel. — *Digestibilité des amidons crus de riz, arrow-root, canna edulis, manihot utilissima, caladium colocasia et de pommes de terre,* » *Journ. biol. chem.* », 1922, 52, p. 251 . ; Analyse dans « *Bull. sciences pharmacol.* », p. 599, 1922.

(29) Lecoq et Warry. — *La farine de malt et la pratique du maltage des amylacés cuits et crus*, « *Journal pharmacie et chimie* », p. 231, 1924.

(30) Leclercq. — *Légumes de France,*

(31) Lehrman et Kabat. — *L'absence d'acides gras associés à l'amidon de pomme de terre*, « *Journal Am. Chem. Soc.*, », 1933, 55, p. 850 ; — Analyse dans « *Journal de pharmacie et chimie* », p. 226, 1934.

(32) Lisbonne. — *Sur les deux conditions de milieu nécessaires à la saccharification de l'amidon par les amylases pancréatique et salivaire*, thèse médecine, Montpellier, 1911.

(33) Lisbonne. — *Activation du suc pancréatique par les acides*, « *C. R. Soc. Biol.* », t. CXIII, p. 978, 1933.

(34) Maquenne. — *Recherches sur l'amidon*, « *Ann. phys. et chimie*», 1904.

(35) Maquenne et Roux. — *Recherches sur l'amidon et sa saccharification diastasique*, « *Ann. chimie et physique* », 1906.

(36) Mialhe. — « *C. R. Ac. Sc.* », XX, p. 1085, 1845.

(37) Molinier. — *Influence de quelques amines grasses et de leurs chlorhydrates sur l'activité amylolytique de la pancréatine officinale de l'extrait de malt et de la salive* », thèse pharmacie, Toulouse, 1927.

(38) Monceaux. — *Recherches sur la proportion de substances digestibles de quelques céréales et légumineuses*, thèse Sciences naturelles, Paris, 1925.

(39) Musculus. — « *Ann. phys. et chimie* », 3e s., t. LX, p. 203 ; 4e s., t. VI, p. 177.

(40) Payen. — « *Ann. chimie et physique* », 5e s., t. IV, p. 286, ; VI, p. 382.

(41) Pottevin. — *Saccharification de l'amidon par la diastase du malt*, thèse sciences naturelles, Paris, 1899.

(42) Pozerzski. — *A propos de la digestibilité de l'amidon cru* », *Presse médic.* », 22 août 1931 ; Analyse dans « *Bull. sciences pharmacol.* », p. 386, 1932.

(43) Randoin et Lecoq. — « *Influence des ferments amylolytiques sur l'évolution de l'avitaminose B provoquée au moyen de régimes riches en amidon* ; communication à la Soc. de chimie le 27 juill. 1927 ; Analyse dans « *Journal de pharmacie et de chimie* «, p. 340, 1927.

(44) Raspail. — « *Ann. Sciences naturelles* », 1825.

(45) Renaud. — *Etude pharmacologique des ferments du pancréas*, thèse pharmacie, Montpellier, 1922.

(46) Rubner et Voit. — « *Handbuch der Physiologie* », t. IV, p. 472.

(47) Shermann, Thomas et Baldwin. — *Influence du pH sur l'activité enzymatique de trois types d'amylases*, « *Journal of Am. Shem. Soc.* », t. XLI, p. 240, 1919.

(48) Shermann et Wayman. — *Influence de certains antiseptiques sur l'action des amylases*, « *Am. Chem. Soc.* », t. XXXXIII nov. 1921.

(49) Shermann, Walker et Calwell. — *Action des enzymes sur les amidons de différentes origines*, « *Journal Am. chem.* », Soc. XLI, p. 1123, 1919.

(50) Signorel. — *Contribution à l'étude de l'influence de quelques sels de cadmium sur l'amylase pancréatique*, thèse médecine, Toulouse 1934.

(51) Taylor et Schoch. — *L'amidon de pomme de terre*, « *Journal Am. chem. Soc.* », p. 4248, 1933. Analyse dans « *Journal pharmacie et chimie* », t. 21, p. 228, 1935.

(52) Terroine et Weill. — *Action des acides aminés sur la saccharification de l'amidon par le suc pancréatique*, « *C.R. Soc. Biol* », t. LII, 1912.

(53) Trautman et Ambard. — *Action de la chaleur sur l'activité diastasique*, « *C.R. Soc. Biol* », t. CXIV, juillet 1933.

(54) Visco. — *La valeur alimentaire des semences du lathyrus cicera.* « *Archives di farm. spérim.* », *Rome* 37, n° 5, p. 105 Analyse dans « *Bull. sciences pharmacol.* », p. 501, 1925.

(55) Wattiez et Bterson. — *Eléments de chimie végétale*, Paris, Masson, 1942.

QUESTIONS POSÉES PAR LA FACULTÉ

I. — Symptômes du benzénisme professionnel et méthodes chimiques de sa détection.

II. — Les phythormones.

III. — Les papilionacées alimentaires.

Vu : Le Président de thèse,
CAUJOLLE.

Vu : le Doyen,
GARIPUY.

Vu et permis d'imprimer :
Toulouse, le 12 janvier 1944.
Le Recteur, Président du Conseil de l'Université,
R. DELTHEIL.

TABLE DES MATIÈRES

PLAN 11

INTRODUCTION 13

PREMIERE PARTIE
GÉNÉRALITÉS 15

CHAPITRE I. — *Les amylacés* 17
A) Amidons 17
B) Lévulosanes 19
CHAPITRE II. — *Les ferments amylolytiques* 22
CHAPITRE III. — *Les fermentations amylolytiques* 26

DEUXIEME PARTIE
TECHNIQUE ADOPTEE 33

TROISIEME PARTIE
RESULTATS DES EXPERIENCES 39

CHAPITRE I. — *Organes souterrains* 41
CHAPITRE II. — *Graines de légumineuses* 54
CHAPITRE III. — *Céréales* 63

QUATRIEME PARTIE

CONCLUSIONS 71

BIBLIOGRAPHIE 75

Imp. F. BOISSEAU, Rue du Taur, 34 - TOULOUSE
TW • N° 12227 - 28-1-1944